

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-115851

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/265
H01L 21/22
H01L 21/223
H01L 21/3065
H01L 21/329

(21)Application number : 07-274234

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 23.10.1995

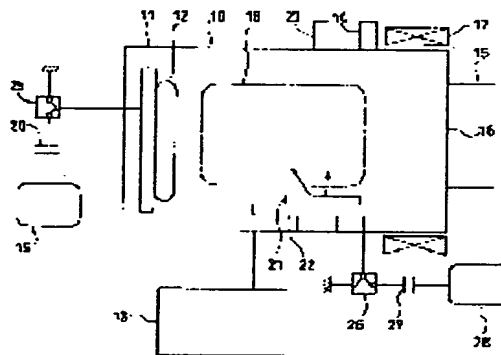
(72)Inventor : MIZUNO BUNJI
NAKAOKA HIROAKI
TAKASE MICHIIKO
NAKAYAMA ICHIRO

(54) METHOD AND DEVICE FOR INTRODUCING IMPURITY AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently generate an impurity, at the time of introducing inactive or reactive gas into a vacuum chamber and generating the impurity from the impurity solid, and form a high-concentration impurity layer on the surface of a solid-state sample.

SOLUTION: An impurity solid 21 which contains boron as impurity and a solid-state sample 12 to which boron is to be introduced are held in a vacuum chamber 10. Argon gas is introduced into the vacuum chamber 10, and plasma composed of the Ar gas is generated. A voltage that permits the impurity solid 21 to be the cathode for the plasma is applied to the impurity solid 21, the impurity solid 21 is sputtered by the ion in the plasma and the boron contained in the impurity solid 21 is mixed with the plasma composed of the Ar gas. A voltage that permits the solid sample 12 to be the cathode for the plasma is applied to the solid sample 12, and the boron mixed in the plasma is introduced to the surface of the solid sample 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96122849.0

[43]公开日 1997年7月16日

JP 9/15851 A

[11] 公开号 CN 1154569A

[22]申请日 96.10.21

[30]优先权

[32]95.10.23[33]JP[31]274234 / 95

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72]发明人 水野文二 中冈弘明

高瀬道彦 中山一郎

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所

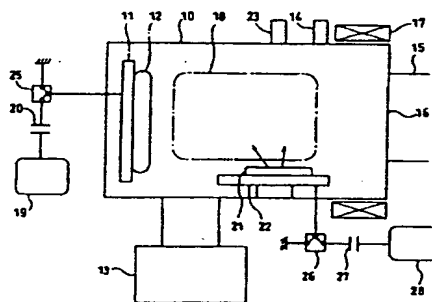
代理人 王以平

权利要求书 10 页 说明书 25 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 杂质的导入方法及其装置和半导体器件的制造方法

[57]摘要

向真空槽内导入惰性或反应性气体,以良好的效率产生杂质,以在固体样品的表面部分上形成高浓度的杂质层。在真空槽内保持杂质固体和固体样品。向真空槽内导入 Ar 气以形成等离子体。给杂质固体加上使其对于等离子体变成阴极的电压,用等离子体中对杂质固体溅射以使其中的硼混入等离子体中,给固体样品加上使其对于等离子体变成为阴极的电压,把已混入等离子体中的硼导入固体样品的表面部分中去。



权 利 要 求 书

1. 一种杂质导入方法，其特征是具备有下述工序：

在真空槽内，保持含有杂质的杂质固体和将要导入上述杂质的固体样品的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成为阴极的那样的电压，使已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品的表面部分上去的工序。

2. 一种杂质导入方法，其特征是具备有下述工序：

在真空槽内保持含杂质的杂质固体和将要导入上述杂质的固体样品的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压，使已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品中去的工序。

3. 一种杂质导入方法，其特征是具备有下述工序：

在真空槽内保持含有杂质的杂质固体和将要导入上述杂质的固体样品的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应

铝或锑、上述惰性或反应性气体是含氮或氢的气体。

8. 一种杂质导入装置，其特征是具备：

真空槽，其内部保持真空；

固体保持单元，设于上述真空槽内，用于保持含杂质的杂质固体；

样品保持单元，设于上述真空槽内，用于保持将要导入上述杂质的固体样品；

等离子体产生单元，用于在上述真空槽内产生等离子体；

气体导入单元，用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体；

第1电压加压单元，用于给上述固体保持单元加上使上述杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压；

第2电压加压单元，用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的那样的电压。

9. 一种杂质导入装置，其特征是具备：

真空槽，内部保持真空；

固体保持单元，设于上述真空槽内，用于保持含杂质的杂质固体；

样品保持单元，设于上述真空槽内，用于保持将要导入上述杂质的固体样品；

等离子体产生单元，用于在上述真空槽内产生等离子体；

气体导入单元，用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体；

第1电压加压单元，用于给上述固体保持单元加上使上述杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压；

第2电压加压单元，用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压。

10. 一种杂质导入装置，其特征是备有：

真空槽，内部保持真空；

固体保持单元，设于上述真空槽内，用于保持含杂质的杂质固体；

样品保持单元，设于上述真空槽内，用于保持将要导入上述杂质的固体样品；

等离子体产生单元，用于在真空槽内产生等离子体；

气体导入单元，用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体；

性气体形成的等离子体的工序;

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成阳极的那样的电压, 用上述等离子体中的离子对上述固体杂质进行溅射以使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序;

给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阳极的那样的电压, 把已混入上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品中去的工序.

4. 一种杂质导入方法, 其特征是具备有下述工序:

在真空槽内设置附着杂质的杂质附着单元同时保持将要导入上述杂质的固体样品的工序;

把上述真空槽内的设置上述杂质附着单元的第 1 区域和保持上述固体样品的第 2 区域阻断之后, 向上述第 1 区域导入含有上述杂质的气体以在上述杂质附着单元上淀积由上述杂质构成的杂质膜的工序;

在使上述第 1 区域和上述第 2 区域连通之后, 向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序;

给上述杂质膜加上使该杂质膜对于等离子体变成阴极的那样的电压, 用上述等离子体中的离子对上述杂质膜进行溅射, 以此使含于该杂质膜中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序;

给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阴极的那样的电压以把已混入到上述等离子体中的上述杂质导入上述固体样品的表面的工序.

5. 权利要求 1、2 或 4 所述的杂质导入方法, 其特征是: 对于等离子体变成阴极的那样的上述电压是负电压.

6. 权利要求 2 或 3 所述的杂质导入方法, 其特征是: 对于等离子体变成阳极的那样的上述电压是低于 0V 的电压.

7. 权利要求 1 - 6 中的任一项权利要求所述的杂质导入方法, 其特征是: 上述固体样品是由硅构成的半导体衬底、上述杂质是砷、磷、硼、

第 1 电压加压单元, 用于给上述固体保持单元加上使上述杂质固体对于等离子体变成为阳极的那样的电压;

第 2 电压加压单元, 用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压。

11. 权利要求 8 或 9 所述的杂质导入装置, 其特征是: 上述第 1 电压加压单元还具有给上述固体保持单元加上使上述杂质固体对于等离子体变成为阳极的那种电压的装置, 和对加上使上述杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压的第 1 状态与加上对于等离子体变成为阳极的那样的第 2 状态进行切换的装置。

12. 权利要求 8 所述的杂质导入装置, 其特征是: 上述第 2 电压加压单元还具有给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压的装置, 和对加上使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的那样的电压的第 1 状态与对于等离子体变成为阳极的那样的电压的第 2 状态进行切换的装置。

13. 一种杂质导入装置, 其特征是具备:

真空槽, 内部保持真空;

杂质附着单元, 设于上述真空槽内, 用于附着杂质;

样品保持单元, 设于上述真空槽内, 用于保持将要导入上述杂质的固体样品;

快门装置, 用于使设置上述杂质附着单元的第 1 区域和设置上述样品保持单元的第 2 区域连通或者阻断;

第 1 气体导入单元, 用于向上述真空槽内的上述第 1 区域导入含有上述杂质的气体;

等离子体产生单元, 用于在上述真空槽内产生等离子体;

第 2 气体导入单元, 用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体;

第 1 电压加压单元, 用于给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成为阴极的那样的电压;

第 2 电压加压单元, 用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的那样的电压。

14. 一种杂质导入装置, 其特征是具备:

真空槽，内部保持真空；

杂质附着单元，设于上述真空槽内，用于附着杂质；

样品保持单元，设于上述真空槽内，用于保持将要导入上述杂质的固体样品；

快门装置，用于使设置上述杂质附着单元的第1区域与设置上述样品保持单元的第2区域连通或者阻断。

第1气体导入单元，用于向上述真空槽内的上述第1区域导入含有上述杂质的气体；

等离子体产生单元，用于在上述真空槽内产生等离子体；

第2气体导入单元，用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体；

第1电压加压单元，用于给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成为阴极的那样的电压；

第2电压加压单元，用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压。

15. 一种杂质导入装置，其特征是具备：

真空槽，内部保持真空；

杂质附着单元，设于上述真空槽内，用于附着杂质；

样品保持单元，设于上述真空槽内，用于保持将要导入上述杂质的固体样品；

快门装置，用于使设置上述杂质附着单元的第1区域和设置上述样品保持单元的第2区域连通或者阻断；

第1气体导入单元，用于向上述真空槽内的上述第1区域导入含有上述杂质的气体；

等离子体产生单元，用于在上述真空槽内产生等离子体；

第2气体导入单元，用于向上述真空槽内导入惰性或反应性气体；

第1电压加压单元，用于给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成为阳极的那样的电压；

第2电压加压单元，用于给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压。

16. 权利要求13或14所述的杂质导入装置，其特征是：上述第1

电压加压单元还具有给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变为阳极的那样的电压的装置和对使上述杂质附着单元所附着的杂质对等离子体变成为阴极的第 1 状态与对于等离子体变成为阳极的第 2 状态进行切换的装置。

17. 权利要求 13 所述的杂质导入装置, 其特征是上述第 2 电压加压单元还具有给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压的装置, 和对使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的第 1 状态与对于等离子体变成为阳极的第 2 状态进行切换的切换装置。

18. 权利要求 8、9、13 或 14 所述的杂质导入装置, 其特征是对于等离子体变为阴极的那样的上述电压是负电压。

19. 权利要求 9、10、14 或 15 所述的杂质导入装置, 其特征是对于等离子体变成为阳极的那样的上述电压是低于 0V 的电压。

20. 一种半导体器件的制造方法, 其特征是具有下述工序;

把半导体衬底上的二极管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序;

把已形成了上述器件隔离层的半导体衬底和含有将被导入二极管形成区域的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序;

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序;

给上述杂质固体加上使杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压, 用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射, 以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序;

给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阴极的那样的电压, 用这种办法把已混入上述等离子体中的上述杂质导入上述半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序;

在已形成了上述杂质层的半导体衬底的上边形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

21. 一种半导体器件的制造方法，其特征是具备下述工序：

把半导体衬底上的二极管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序；

把已形成了上述器件隔离层的半导体衬底和含有将要导入二极管形成区域的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阳极的那样的电压，用这种办法使已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；

在已形成了上述杂质层的半导体衬底上形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

22. 一种半导体器件的制造方法，其特征是具有下述工序：

把半导体衬底上的二极管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序；

把已形成了上述器件隔离层的半导体衬底和含有将要导入二极管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；

向上述真空槽内导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阳极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阳极的那样的电压，以此把已混入到上述等离子体中去的

上述杂质导入上述半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；

在已形成了上述杂质层的半导体衬底的上边形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

23. 一种半导体器件的制造方法，其特征是具有下述工序：

把半导体衬底上的晶体管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序；

在已形成了上述器件隔离层的半导体衬底上的晶体管形成区域上，介以绝缘层形成电极的工序；

把已形成了上述电极的半导体衬底和含有将要导入晶体管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给已保持于真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阴极的那样的电压，以此使已混入上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；

形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层的工序。

24. 一种半导体器件的制造方法，其特征是具有下述工序：

把半导体衬底上的晶体管形成区域用器件隔离层进行电隔离的形成工序；

在已形成了上述器件隔离层的半导体衬底上的晶体管形成区域上介以绝缘层形成电极的形成工序；

把已形成了上述电极的半导体衬底和含有将要导入到晶体管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的保持工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阳极那样的电压，以这种办法把已混入上述等离子体中的上述杂质导入上述半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；

形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层的工序。

25. 一种半导体器件的制造方法，其特征是具有下述工序：

把半导体衬底上的晶体管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序；

在已形成了上述器件隔离层的半导体衬底上的晶体管形成区域上介以绝缘层形成电极的形成工序；

把已形成了上述电极的半导体衬底与含有将要导入晶体管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；

向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；

给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阳极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；

给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变为阳极的那样的电压，用这种办法使已混入上述等离子体中的上述杂质导入上述半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分上去以形成杂质层的工序；

形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层

的工序。

26. 权利要求 20、21、23 或 24 所述的半导体器件的制造方法，其特征是：对于等离子体变成为阴极的那种上述电压是负电压。

27. 权利要求 21、22、24 或 25 所述的半导体器件的制造方法，其特征是：对于等离子体变成为阳极的那种上述电压是低于 0V 的电压。

28. 权利要求 20 - 27 的任一权利要求所述的半导体器件的制造方法，其特征是：上述半导体衬底由硅构成，上述杂质是砷、磷、硼、铝或镉，上述惰性或反应性气体是含氮或氢的气体。

说明书

杂质的导入方法及其装置和 半导体器件的制造方法

本发明涉及在低温区域（例如从 250℃ 到极低温的温度区域）中把由原子或分子构成的杂质导入半导体衬底之类的固体样品的表面部分中去的杂质导入方法及其装置和应用上述杂质的导入方法的半导体器件的制造方法。

作为把杂质导入固体样品的表面部分中去的技術，例如，如 USP4912065 所示，人们知道一种使杂质离子化后用低能量导入固体中去的等离子体掺杂法。

以下，边参看图 8 边对作为现有的杂质导入方法的等离子体掺杂法进行说明。

图 8 示出了现有的等离子体掺杂法中所用的杂质导入装置的大略构成图。在图 8 中，10 是真空槽、11 是设于真空槽 10 的内部、且保持由将要导入杂质的比如说硅衬底构成的固体样品 12 的样品保持台、13 是使真空槽 10 的内部减压的减压泵、14 是向真空槽 10 内供给含有所希望的元素的掺杂气体比如说 B_2H_6 的源气输送管、15 是连接到真空槽上的微波波导管、16 是设于真空槽 10 与微波波导管 15 之间的石英板、17 是配置于真空槽 10 的外侧的电磁铁且微波波导管 15、石英板 16 和电磁铁 17 构成了等离子体产生单元。另外，在图 8 中，18 为等离子体区域，19 是介以电容器 20 连到样品保持台上的高频电源。

在上述构造的杂质导入装置中，从源气输送管 14 导入的掺杂气体比如说 B_2H_6 用等离子体产生单元使之等离子化，该等离子体中的硼离子用高频电源 19 导入固体样品 12 的表面部分中去。

当在经过这样地处理而导入了杂质的固体样品 12 的上边形成了金属布线层之后，在规定的氧化气氛中在金属布线层的上边形成薄氧化膜，之后，当用 CVD 装置等等在固体样品 12 上边形成栅极电极后，就

得到了比如说 MOS 晶体管。

但是，像由 B_2H_6 构成的掺杂气体那样含有当被导入到硅衬底之类的固体样品上去时则会变成电气上活泼（化）的杂质的气体，一般说存在着危险性高这样的问题。

此外，等离子体掺杂法把含于掺杂气体中的所有的物质都导入固体样品中去。如以由 B_2H_6 构成的掺杂气体为例来说明，则虽然在导入到固体样品中去时有效的杂质只有硼，但氢也同时被导入到固体样品中去。当氢被导入到固体样品中去之后，就存在着在进行外延生长等等要连续进行的热处理时，将在固体样品中产生晶格缺陷的问题。

于是本申请的发明人等提出了采用把含有当导入固体样品中去时就变为电性活泼的杂质固体配置于真空槽内的同时，通过在该真空槽内产生作为惰性或反应性气体的稀有气体的等离子体，并用该稀有气体的离子来溅射杂质固体，使杂质从该杂质固体中分离出来的方法。

图 9 示出了在应用含有杂质的杂质固体的等离子体掺杂法中所使用的杂质导入装置的概略性构成。在图 9 中，对于那些与已示于图 8 的构件相同的构件采用标以相同的标号而略去说明。

该杂质导入装置的特征是具备有保持含有杂质比如硼的杂质固体 21 的固体保持台 22 以及向真空槽 10 的内部导入稀有气体的稀有气体输送管 23。当从稀有气体输送管 23 向真空槽 10 的内部导入比如说 Ar 气之后，该 Ar 气就用等离子体产生单元使之等离子体化，并用该 Ar 等离子体中的 Ar 离子，从杂质固体 23 中溅射硼。已被溅射的硼在混合于 Ar 等离子体中去变成成为等离子体掺杂气体之后，被导入固体样品 12 的表面部分中去。

然而，在用上述那样的处理来进行等离子体掺杂时，虽然从杂质固体 21 中产生了杂质，但存在着所产生的杂质量不够且吞吐率不好的问题，和不能把杂质导入固体样品的表面部分中的极其接近表面的区域的问题。

有鉴于上述，本发明的第 1 个目的是在向真空槽内导入惰性或反应性气体以从杂质固体中产生杂质时增多所产生的杂质的量以提高吞吐率。本发明的第 2 个目的是使得可以把杂质导入固体样品的表面部分中

的极其接近表面的区域中去。

为了达到上述第 1 目的，第一种解决办法是导入杂质的方法被构成为具备有下述工序：在真空槽内保持含有杂质的杂质固体和将导入上述杂质的固体样品的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并使之产生由该惰性或反应性气体构成的等离子体的工序；借助于给上述杂质固体加上电压使该杂质固体对等离子体变成为阴极，并用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射的办法，使含于该杂质固体中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体构成的等离子体中去的工序；给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体将变成阴极的那样的电压以把已混入到上述等离子体中的上述杂质导入到上述固体样品的表面部分中去的工序。

当用上述构成，给杂质固体加上使杂质固体对于等离子体变为阴极的那样的电压时，由于等离子体中的离子将以大的能量向着杂质固体前进，所以含于该杂质固体中的杂质将以良好的效率进行溅射而高浓度地混入由惰性或反应性气体构成的等离子体中去。另外，当给固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阴极的那样的电压时，由于已混入到等离子体中去的高浓度的杂质离子以大的能量向固体样品中前进，故该高浓度的杂质离子被导入到固体样品的表面部分中去。

为了达到上述第 1 和第 2 目的，第二种解决办法是使杂质导入方法的构成为具备下述工序：在真空槽内保持含有杂质的杂质固体和将要导入上述杂质的固体样品的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体构成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对等离子体变成为阴极的那样的电压并用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以使含于该杂质固体中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体构成的等离子体中去的工序；给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变为阳极的那样的电压，并把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品中去的工序。

当用上述构成，给杂质固体加上使该杂质固体对等离子体变为阴极的那样的电压时，等离子体中的离子就以大的能量向杂质固体前进，所以含于该杂质固体中的杂质将以良好的效率进行溅射并高浓度地混入到

由惰性或反应性气体构成的等离子体中去。此外，当给固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阳极的那样的电压时，由于已混入到等离子体中去的高浓度的杂质离子将以小的能量向固体样品前进，故可以把该高浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分中的极其接近表面的区域中去。

为了达到上述第 2 目的，第三种解决办法是使杂质导入方法构成为含有下述工序：在真空槽内保持含有杂质的杂质固体和将导入上述杂质的固体样品的工序；向上述真空槽内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体构成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成阳极的那样的电压，并用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以使含于该杂质固体中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阳极的那样的电压，把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品中去的工序。

用上述构成，给杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成阳极的那样的电压时，由于等离子体中的离子以小的能量向杂质固体前进，故含于该杂质固体中的杂质被溅射出来的比较少因而以低浓度混入到由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。而当给固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成阳极的那样的电压时，由于已混入到等离子体中去的低浓度的杂质离子以小的能量向固体样品前进，故该低浓度的杂质离子可以被导入到固体样品的表面部分中的与表面极其接近的区域中去。

为了达到上述第 1 目的，第四种解决办法是使杂质的导入方法被构成为具备下述工序：在真空槽中设置附着杂质的杂质附着装置的同时，保持将导入上述杂质的固体样品的工序；在阻断了在上述真空槽内装置的上述杂质附着装置的第 1 区域和保持上述固体样品的第 2 区域之后，向上述第 1 区域导入含有上述杂质的气体以在杂质附着装置上淀积由上述杂质构成的杂质膜的工序；在连通上述第 1 区域和第 2 区域之后，向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体以产生由该惰性气体或反应性气体形成的等离子体的工序；给上述杂质膜加上使该杂质膜对于等离子

体变为阴极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质膜进行溅射以使含于该杂质膜中的杂质混入到由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给上述固体样品加上使该固体样品对于等离子体变成为阴极的那种电压，以把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述固体样品的表面部分的工序。

用上述构成，倘在阻断了真空槽内的设置杂质附着装置的第1区域和所保持的固体样品的第2区域之后，向第1区域导入含杂质的气体，就将在杂质附着装置上附着上杂质以淀积由该杂质构成的杂质膜。接着，在使第1区域和第2区域连通之后，在真空槽的内部产生由惰性或反应性气体形成的等离子体的同时，给杂质膜加上使该杂质膜对于等离子体变成为阴极那样的电压后，与上述相同，以良好的效率进行溅射使含于杂质膜中的杂质高浓度地混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。此外，当给固体样品加上使该固体样品对于等离子体变为阴极的那种电压时，与上述相同，就可以向固体样品的表面部分导入高浓度的杂质离子。

第五种解决办法是在第一、二或四种解决办法的构成上又追加上了这样一个构成：对于等离子体变成为阴极的那种上述电压是负电压。

第六种解决办法是对第二或第三种解决办法的构成又附加上了这样一个构成：对于等离子体变为阳极的那种上述电压是低于0伏的电压。

第七种解决办法是在第一至第六种解决办法的构成中又附加上了这样一种限制：上述固体样品是由硅构成的半导体衬底，上述杂质是砷、磷、硼、铝或镓，上述惰性或反应性气体为含氮或氢的气体。

第八种解决办法是使杂质导入装置被构成为具备：内部保持真空的真空槽；设于上述真空槽内、保持含杂质的杂质固体的固体保持单元；设于上述真空槽内、保持将导入上述杂质的固体样品的样品保持单元；使在真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向上述真空槽内导入惰性或反应性气体的气体导入单元；给上述固体保持单元加上电压使上述杂质固体对于等离子体变成为阴极的第1电压加压单元；给上述样品保持单元加压使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的第2电压加压单元。

采用上述构成，用第 1 电压加压单元给固体保持单元加上使杂质固体对于等离子体变为阴极的那种电压时，由于等离子体中的离子将以大的能量向杂质固体前进，故与前述相同，含于杂质固体中的杂质将效率良好地被溅射并以高浓度混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。此外，用第 2 电压加压单元加到样品保持单元上的使固体样品对于等离子体变为阴极的那种电压时，与前述相同，就可以把高浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分中去。

第九种解决办法是使杂质导入装置构成为具备有：内部保持真空的真空槽；设于前述真空槽内、保持含杂质的杂质固体的固体保持单元；设于前述真空槽内、保持将导入前述杂质的固体样品的样品保持单元；在前述真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向前述真空槽内导入惰性或反应性气体的气体导入单元；给前述固体保持单元加上电压使前述杂质固体对于等离子体变为阴极的第 1 电压加压单元；给前述样品保持单元加上电压使得上述固体样品对于等离子体变为阳极的第 2 电压加压单元。

采用上述构成，当用第 1 电压加压单元给固体保持单元加上使杂质固体对于等离子体变为阴极的电压时，与前述相同。含于杂质固体中的杂质将以良好的效率被溅射并以高浓度混入到由惰性反应性气体形成的等离子体中去。另外，当用第 2 电压加压单元给样品保持单元加上使得固体样品对于等离子体变为阳极的那种电压时，与前述相同，就可以把高浓度杂质离子导入固体样品的表面部分中的对于表面极近的区域中去。

第十种解决办法是使杂质导入装置构成为具备：内部保持真空的真空槽；设于前述真空槽内、保持含有杂质的杂质固体的固体保持单元；设于前述真空槽内、保持将导入前述杂质的固体样品的样品保持单元；在前述真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向前述真空槽内导入惰性或反应性气体的气体导入单元；给上述固体保持单元加上使前述杂质固体对于等离子体变为阳极的那种电压的第 1 电压加压单元；给前述样品保持单元加上电压使得前述固体样品对于等离子体变为阳极的第 2 电压加压单元。

采用上述构成，当用第 1 电压加压单元给前述固体保持单元加上使得杂质固体对于等离子体变为阳极的那种电压时，与前述相同。含于杂质固体中的杂质被溅射得较少并以低浓度混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。另外，用第 2 电压加压单元给样品保持台加上电压使固体样品对于等离子体变为阳极时，与前述相同，就可以把低浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分中的对于表面极其之近的区域中去。

第十一种解决办法是对第八或第九种解决办法构成又附加上下述构成：上述第 1 电压加压单元还具有给上述固体保持单元加上使上述杂质固体对于等离子体变成阳极的那种电压的加电压装置和用于切换给上述杂质固体加上使上述杂质固体对于等离子体变为阴极的那种电压的第 1 状态和对于等离子体变为阳极的那种电压的第 2 状态的切换装置。

第十二种解决办法是在第八种解决办法的构成上再附加上下述构成：上述第 2 电压加压单元具有加压装置，用于给前述样品保持单元加上使得前述固体样品对于等离子体变为阳极的那种电压，还具有切换装置，用于切换给上述固体样品加上对于等离子体变为阴极的那样的电压的第 1 状态和对于等离子体变为阳极的那样的电压的第 2 状态。

第十三种解决办法是使杂质导入装置构成为具备：内部保持真空的真空槽；设于前述真空槽内，将附着杂质的杂质附着单元；设于前述真空槽内、保持将要导入前述杂质的固体样品的样品保持单元；使设置上述杂质附着单元的第 1 区域与设置上述样品保持单元的第 2 区域连通或阻断的快门装置；向上述真空槽内的上述第 1 区域导入含有上述杂质的气体的第 1 气体导入单元；在上述真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向上述真空槽内导入惰性或反应性气体的第 1 气体导入单元；给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变为阴极的那种电压的第 1 电压加压单元；给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变为阴极的那种电压的第 2 电压加压单元。

采用上述构成，则在用快门装置阻断在真空槽内设置的杂质附着单元的第 1 区域与保持的固体样品的第 2 区域之后，用第 1 气体导入单元向第 1 区域导入含杂质的气体时，杂质将附着于杂质附着单元上以淀积

由该杂质构成的杂质膜。之后，在使第 1 区域与第 2 区域连通之后，用等离子体产生单元在真空槽的内部产生由惰性或反应性气体形成的等离子体，同时用第 1 电压加压单元给杂质附着单元加上使杂质膜对于等离子体变为阴极的那种电压时，与上述相同，含于杂质膜中的杂质将以良好的效率被溅射并以高浓度混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。另外，当用第 2 电压加压单元给样品保持单元加上使固体样品对于等离子体变为阴极的那样的电压时，则与前述相同，可以把高浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分。

第十四种解决办法是使杂质导入装置被构成为具备有：内部保持真空的真空槽；设于上述真空槽内、将附着杂质的杂质附着单元；设于上述真空槽内，保持将导入上述杂质的固体样品的样品保持单元；使设置上述杂质附着单元的第 1 区域和设置上述样品保持单元的第 2 区域连通或阻断的快门装置；向上述真空槽内的上述第 1 区域导入含上述杂质的气体的第 1 气体导入单元；在上述真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向上述真空槽内导入惰性或反应性气体的第 2 气体导入单元；给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元的杂质对于等离子体变为阴极的那样的电压的第 1 电压加压单元；给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变为阳极的那样的电压的第 2 电压加压单元。

采用上述构成，在用快门装置把在真空槽内设置杂质附着单元的第 1 区域与保持固体样品的第 2 区域阻断之后，用第 1 气体导入单元向第 1 区域导入含杂质的气体时，杂质就附着于杂质附着单元上以淀积由该杂质构成的杂质膜。之后，在使第 1 区域与第 2 区域连通之后，用等离子体产生单元在真空槽内部产生由惰性或反应性气体形成的等离子体，同时，用第 1 电压加压单元给杂质附着单元加上使杂质膜对于等离子体变为阴极的那种电压时，则与前述相同，含于杂质膜中的杂质将以良好的效率被溅射并以高浓度混入到由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。另外，当用第 2 电压加压单元给样品保持单元加上使固体样品对于等离子体变成为阳极的那种电压时，则与前述相同，可以把高浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分的对于表面极其之近的区域中去。

第十五种解决办法是把杂质导入装置构成为具备有：内部保持真空的真空槽；设于前述真空槽内，将附着杂质的杂质附着单元；设于前述真空槽内，保持将要导入杂质的固体样品的样品保持单元；使设置前述杂质附着单元的第1区域和设置前述样品保持单元的第2区域连通或者阻断的快门装置；向上述真空槽内的上述第1区域内导入含上述杂质的气体的第1气体导入单元；在真空槽内产生等离子体的等离子体产生单元；向上述真空槽内导入惰性或反应性气体的第2气体导入单元；给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成阳极的那种电压的第1电压加压单元；给上述样品保持单元加上使上述固体样品对等离子体变为阳极的那样的电压的第2电压加压单元。

采用上述构成，当用快门装置把真空槽内的设置杂质附着单元的第1区域与保持固体样品的第2区域阻断之后，用第1气体导入单元向第1区域导入含杂质的气体时，杂质就附着于杂质附着单元上以淀积由该杂质构成的杂质膜。之后，在使第1区域与第2区域连通后，用等离子体产生单元在真空槽的内部产生由惰性或反应性气体形成的等离子体，同时用第1电压加压单元给杂质附着单元加上使杂质膜对于等离子体变为阳极的那样的电压时，与前述相同，含于杂质膜中的杂质被溅射得比较少因而以低浓度混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中。另外，当用第2电压加压单元给样品保持单元加上使固体样品对于等离子体变为阳极的那样的电压时，与前述相同，可以把低浓度的杂质离子导入固体样品的表面部分中的对表面极其接近的区域中去。

第十六种解决办法是在第十三或第十四种解决办法的构成中又追加上下述构成：上述第1电压加压单元具有给上述杂质附着单元加上使附着于该杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成为阳极的那种电压的装置和对使附着于上述杂质附着单元上的杂质对于等离子体变成为阴极的第1状态及对于等离子体变成为阳极的第2状态进行切换的装置。

第十七种解决办法是在第十三种解决办法的构成中再追加上下述构成：上述第2电压加压单元具有给上述样品保持单元加上使上述固体样品对于等离子体变成为阳极的那样的电压的装置和对使上述固体样品对于等离子体变成为阴极的第1状态和对于等离子体变成为阳极的第2状

态进行切换的装置。

第十八种解决办法是在第八、第九、第十三或第十四种解决办法的构成中再追加这样的构成：对于等离子体变成为阴极的那样的上述电压是负电压。

第十九种解决办法是在第九、十、十四或第十五种解决办法的构成中追加上下述构成：对于等离子体变为阳极的那样的上述电压是低于 0V 的电压。

第二十种解决办法是使半导体器件的制造方法构成为具有下述工序：把半导体衬底上边的二极管形成区域用器件隔离层进行电隔离的工序；把已形成了上述器件隔离层的半导体衬底和含有将导入二极管形成区域的杂质的杂质固体保存于真空槽内的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那种电压，并用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射以使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阴极的那样的电压，把已混入到上述等离子体中的上述杂质导入上述半导体衬底中的二极管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；在已形成了上述杂质层的半导体衬底的上边形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

采用上述构成，则可以依据与第一种办法相同的作用把杂质导入半导体衬底中的二极管形成区域的表面部分。

第二十一种解决办法是把半导体器件的制造方法构成为具有下述工序：用器件隔离层对半导体衬底上的二极管形成区域进行电隔离的工序；把已形成了上述器件隔离层的半导体衬底与含有将导入二极管形成区域的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体使产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成为阴极的那样的电压、采用用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射的办法，使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等

离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成阳极的那样的电压、把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；在已形成了上述杂质层的半导体衬底的上边形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

采用上述构成，依据与第二种办法相同的作用就可以把杂质高浓度地导入半导体衬底中的二极管形成区域的表面部分中的对表面极其之近的区域中去。

第二十二种解决办法是把半导体器件的制造方法构成为具有下述工序：用器件隔离层把半导体衬底上的二极管形成区域进行电隔离的工序；把已形成了上述器件分离层的半导体衬底和含有将要导入二极管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；采用给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变为阳极的那样电压并用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射的办法，使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变为阳极的那种电压以把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体衬底中的二极管形成区域的表面部分来形成杂质层的工序；在已形成了上述杂质层的半导体衬底的上边形成与上述杂质层电连的布线层的工序。

采用上述构成，则依据与第三种办法相同的作用，就可以把杂质以低浓度导入到对半导体衬底中的二极管形成区域的表面部分的对表面极其之近的区域中去。

第二十三种解决办法是把半导体器件的制造方法构成为含有下述工序：用器件隔离层对半导体衬底上的晶体管形成区域进行电隔离的工序；介以绝缘层在已经形成了上述器件隔离层的半导体衬底上的晶体管形成区域上形成电极的工序；把上述已形成电极的半导体衬底和含有将要导入晶体管形成区域中去的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气

体形成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成阴极的那种电压、用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射以使含于上述杂质固体中的杂质混入到由惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变为阴极的那种电压，用这种办法把已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层的工序。

采用上述构成，依据与第一种办法相同的作用，就可以把杂质高浓度地导入到半导体衬底的晶体管形成区域的表面部分中去。

第二十四种解决办法是把半导体器件的制造方法构成为具有下述工序：用器件隔离层对半导体衬底上的晶体管形成区域进行电隔离的形成工序；在已形成了上述器件隔离层的半导体衬底上的晶体管形成区域上介以绝缘层形成电极的形成工序；把已形成了上述电极的半导体衬底和含有将要导入晶体管形成区域的杂质的杂质固体保持于真空槽内的保持工序；向上述真空槽内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变成阴极的那种电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成阳极的那样的电压，以此把已混入上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体衬底上的晶体管形成区域以形成杂质层的工序；形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层的工序。

采用上述构成，依据与第二种办法相同的作用，就可以把杂质高浓度地导入半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分上的对表面极其之近的区域中去。

第二十五种解决办法是把半导体器件的制造方法构成为包括下述工序：用器件隔离层对半导体衬底上的晶体管形成区域进行电隔离的工序；在已形成了上述器件隔离层的半导体衬底上介以绝缘层形成电极的

工序；把已形成了上述电极的半导体衬底与含有将要导入晶体管形成区域的杂质的杂质固体保持于真空槽内的工序；向上述真空槽的内部导入惰性或反应性气体并产生由该惰性或反应性气体形成的等离子体的工序；给上述杂质固体加上使该杂质固体对于等离子体变为阳极的那样的电压，用上述等离子体中的离子对上述杂质固体进行溅射，以此使含于该杂质固体中的杂质混入由上述惰性或反应性气体形成的等离子体中去的工序；给已保持于上述真空槽内的半导体衬底加上使该半导体衬底对于等离子体变成为阳极的那样的电压，以此使已混入到上述等离子体中去的上述杂质导入上述半导体基板上的晶体管形成区域的表面部分以形成杂质层的工序；形成与已形成了上述杂质层的半导体衬底的上述电极电连的布线层的工序。

采用上述构成，依据与第三种解决办法相同的作用，就可以把杂质低浓度地导入半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分的对表面极其之近的区域。

第二十六种解决办法是在第二十、二十一、二十三或二十四种解决办法的构成中又追加上下述构成：对等离子体变成为阴极的那样的上述电压是负电压。

第二十七种解决办法是在第二十一、二十二、二十四或第二十五种解决办法的构成中追加上下述构成：对于等离子体变成为阳极的那种上述电压是低于 0V 的电压。

第二十八种解决办法是在第二十至第二十七种解决办法的构成中追加上下述构成：上述半导体衬底由硅构成；上述杂质是砷、磷、硼、铝或镓；上述惰性或反应性气体是含氮或氢的气体。

倘采用第一种解决办法的杂质导入方法，则含于杂质固体中的杂质将以良好的效率被溅射出来并高浓度地混入由惰性或反应性气体形成等离子体中去，由于已混入到等离子体中去的高浓度的杂质离子以大的能量向固体样品前进，故高浓度的杂质离子被导入固体样品的表面部分，故可以在固体样品的表面部分形成高浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷，而且具有高的安全性。

倘采用第二种解决办法的杂质导入方法，则含于杂质固体中的杂质

将以良好的效率被溅射出来并高浓度地混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去，由于已混入到等离子体中去的高浓度的杂质离子以小的能量向固体样品前进，且因为高浓度的杂质离子被导入对固体样品的表面部分中的表面极其之近的区域，故可以在固体样品的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成高浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷且安全性高。

倘采用第三种解决办法的杂质导入方法，则含于杂质固体中的杂质将被溅射出得比较少故以低浓度混入到由惰性或反应性气体形成的等离子体中去，因为已混入到等离子体中去的低浓度的杂质离子以小的能量向固体样品前进，且由于低浓度的杂质离子被导入到固体样品的表面部分的对表面极其之近的区域，故可以在固体样品的表面部分的对表面极其之近的区域上形成低浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷，且安全性高。

倘采用第四种解决办法的杂质导入方法，则含于已淀积到杂质附着单元上的杂质膜中的杂质将效率良好地被溅射出来而高浓度地混入到由惰性或反应性气体形成的等离子体中去，因为已混入到等离子体中去的高浓度的杂质离子以大的能量向固体样品前进，且由于高浓度的杂质离子被导入到固体样品的表面部分，所以在固体样品的表面部分可以形成高浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷。

倘采用第八种解决办法的杂质导入装置，则确实可以实现固体样品中在固体样品的表面部分上不会产生晶格缺陷且具有高安全性地形成高浓度杂质层，可确实实现第一种解决办法的杂质导入方法。

倘采用第九种解决办法的杂质导入装置，则可以确实地实现第二种解决办法的杂质导入方法，该方法可以在固体样品的表面部分的对表面极其之近的区域上形成高浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷且安全性高。

倘采用第十种解决办法的杂质导入装置，则可以确实地实现第三种解决办法的杂质导入方法，该方法可以在固体样品的表面部分的对表面极其之近的区域上形成低浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶格缺陷且安全性高。

倘采用第十一种解决办法的杂质导入装置，由于可以给固体保持单元加上使杂质固体对等离子体变成阴极的那样的电压，或者对于等离子体变为阳极的那样的电压，故可使含于杂质固体中的杂质高浓度地混入或低浓度地混入由惰性气体或反应性气体形成的等离子体中去。

倘采用第十二种解决办法的杂质导入装置，由于可以给样品保持单元加上使固体样品对于等离子体变成阴极的那样的电压或者对于等离子体变为阳极的那样的电压，故可以控制在固体样品的表面部分形成的杂质层的深度。

倘采用第十三种解决办法的杂质导入装置，则即使不准备杂质固体也可以实现在固体样品的表面部分上形成高浓度的杂质层而不会在固体样品中产生晶体缺陷的杂质导入方法。

倘采用第十四种解决办法的杂质导入装置，则即使不准备杂质固体也可以实现在固体样品的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成高浓度的杂质层而不产生晶格缺陷的杂质导入方法。

倘采用第十五种解决办法的杂质导入装置，则即使不准备杂质固体也可以实现在固体样品的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成低浓度的杂质层而不产生晶格缺陷的杂质导入方法。

倘采用第十六种解决办法的杂质导入装置，由于可以给杂质附着单元加上使杂质膜对于等离子体变成为阴极的那样的电压或者对于等离子体变成为阳极的那样的电压，故可以使含于杂质膜中的杂质高浓度地混入或低浓度地混入由惰性或反应性气体形成的等离子体中去。

倘采用第十七种解决办法的杂质导入装置，则由于可以给样品保持单元加上使固体样品对于等离子体变为阴极的那样的电压或者对于等离子体变成为阳极的那样的电压，故可以控制在固体样品的表面部分上形成的杂质层的深度。

倘采用第二十种解决办法的半导体器件的制造方法，则由于可以高浓度地把杂质导入半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分，故可以在半导体衬底的表面部分形成具有高浓度的杂质层的二极管而不会在半导体衬底上产生晶格缺陷而且安全性高。

倘采用第二十一种解决办法的半导体器件的制造方法，由于可以向

半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分上的对表面极其之近的区域高浓度地导入杂质，故可以在半导体衬底的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成具有高浓度的杂质层的二极管而不会在半导体衬底上产生晶体缺陷而且安全性高。

倘采用第二十二种解决办法的半导体器件的制造方法，则由于可以把杂质低浓度地导入半导体衬底上的二极管形成区域的表面部分上的对表面极其之近的区域，故可以在半导体衬底的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成具有低浓度的杂质层的二极管而不会在半导体衬底上产生晶格缺陷而且安全性高。

倘采用第二十三种解决办法的半导体器件的制造方法，由于可以向半导体衬底的晶体管形成区域的表面部分高浓度地导入杂质，故可以在半导体衬底的表面部分上形成具有高浓度的杂质层的晶体管而不会在半导体衬底上产生晶格缺陷且安全性高。

倘采用第二十四种解决办法的半导体器件的制造方法，由于可以向半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分上的对表面极其之近的区域高浓度地导入杂质，故可以在半导体衬底的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成具有高浓度的杂质层的晶体管而不会在半导体衬底上产生晶体缺陷且安全性高。

倘采用第二十五种解决办法的半导体器件的制造方法，由于可以向半导体衬底上的晶体管形成区域的表面部分上的对表面极其之近的区域低浓度地导入杂质，故可以在半导体衬底的表面部分上的对表面极其之近的区域上形成具有低浓度的杂质层的晶体管而不会在半导体衬底上产生晶体缺陷且安全性高。

下面对附图进行简单说明：

图 1 是本发明的第 2 实施例的杂质导入装置的概略图。

图 2 示出了对用本发明的第 1 杂质导入方法形成的固体样品中的深度与硼浓度的关系用 SIMS 进行测定的结果。

图 3 是本发明的第 2 实施例的杂质导入装置的概略图。

图 4 的断面图示出的是用本发明的杂质导入法进行的具有二极管的半导体器件的制造方法的各个工序。

图 5 的断面图示出的是用本发明的杂质导入法进行的具有二极管的半导体器件的制造方法的各个工序。

图 6 的断面图示出的是用本发明的杂质导入方法进行的具有 CMOS 的半导体器件的制造方法的各个工序。

图 7 的断面图示出的是用本发明的杂质导入方法进行的具有 CMOS 的半导体器件的制造方法的各个工序。

图 8 是现有的杂质导入装置的概略图。

图 9 是成为本发明的前提的杂质导入装置的概略图。

以下参看图 1 对本发明的第 1 实施例的杂质导入装置进行说明。

在图 1 中，10 是真空槽。11 是已设于真空槽 10 的内部、保持将要导入杂质的比如说由硅衬底构成的固体样品 12 的样品保持台，该样品保持台 11 内藏有把固体样品 12 保持于规定温度的温度控制装置。另外，在图 1 中，13 是使真空槽 10 的内部减压的减压泵，14 是向真空槽 10 内供给掺杂气体的源气输送管、15 是已连到真空槽 10 上的微波波导管、16 是设于真空槽 10 与微波波导管 15 之间的石英板、17 是被配置于真空槽 10 的外侧的电磁铁，微波波导管 15、石英板 16 和电磁铁 17 构成了作为等离子体产生单元的 ECR 等离子体产生单元。作为减压泵 13，把涡轮分子泵与所谓的干泵组合起来使用。此外，在图 1 中，18 是等离子体区域、19 是介以第 1 电容器 20 已连接到样品保持台 11 上的第 1 高频电源，21 是含有杂质元素例如硼的杂质固体、22 是保持杂质固体 21 的固体保持台、23 是向真空槽 10 的内部导入稀有气体的稀有气体输送管。

作为第 1 实施例的特征，是在样品保持台 11 上连接有第 1 切换开关 25，该第 1 切换开关 25 介以第 1 电容器 20 把样品保持台 11 连接到第 1 高频电源 19 上，因而可以使样品保持台 11 对于等离子体成为阴极，或者使样品保持台 11 接地使样品保持台 11 对于等离子体成为阳极。

另外，作为第 1 实施例的特征，是固体保持台 22 上连接有第 2 切换开关 26，该第 2 切换开关 26 介以第 2 电容器 27 把固体保持台 22 连到第 2 高频电源 28 上，因而可以使固体保持台 22 对于等离子体成为阴极，或者使固体保持台 22 接地，使固体保持器 22 对于等离子体成为阳极。

以下，边参看图 1 边对第 1 杂质导入方法进行说明。第 1 杂质导入方法是用第 1 实施例的杂质导入装置进行的，是在使样品保持台 11 对于等离子体成为阴极的同时使固体保持台 22 对于等离子体成为阳极的情况下进行的。

首先，驱动减压泵 13 使真空槽 10 的内部形成约 5×10^{-7} Torr 的真空度，同时用内藏于样品保持台 11 中的温度控制装置使样品保持台 11 保持在大约 60℃。另外，作为固体样品 12 使用硅片、作为杂质固体 21 使用由硼构成的板状体或者粒子的集合物。

在该状态下，从稀有气体输送管 20 导入每分钟 10cc 的 Ar 气，同时用减压泵 13 使真空槽 10 的内部保持约 4×10^{-4} Torr 的真空度。另外，从微波波导管 15 中导入 2.45 GHz 的微波，同时用电磁铁 17 激励磁场，使之产生约 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 的等离子体电流密度以在等离子体区域 18 中产生 Ar 等离子体。

其次，操作第 1 切换开关 25 把源自第 1 高频电源 19 的 13.56MHz 的高频功率介以第 1 电容器 20 加到样品保持台 11 上使样品保持台 11 成为阴极。这样一来，就在已保持于样品保持台 11 上的固体样品 12 与等离子体区域 18 的 Ar 等离子体之间产生了比如说 700V 的大的电位差。另外，操作第 2 切换开关 26 把源于第 2 高频电源 28 的 13.56MHz 的高频功率介以第 2 电容器 27 加到固体保持台 22 上使固体保持台 22 成为阴极。这样一来，固体保持台 22 就对即将产生的等离子体起着阴极的作用，虽然会因 Ar 等离子体的条件而不同，但在这种情况下，固体保持台 22 对于 Ar 等离子体电位要下降大约 500V。借助于这一电位差，Ar 等离子体中的 Ar 离子将猛烈地向杂质固体 21 碰撞，含于杂质固体 21 中的硼就借助溅射现象而高浓度地混入 Ar 等离子体中。在该工序中，理想的是把真空槽 10 的真空度预先设定为约 1×10^{-4} Torr 之低，使 Ar 离子的平均自由程为几十厘米左右。这样的话，被溅射出来的硼就比较容易均匀地扩散于 Ar 等离子体中去。

已均匀且高浓度地扩散到 Ar 等离子体中去的硼借助于固体样品 12 与 Ar 等离子体之间的电位差（这时约为 700V），被导入到固体样品 12 的表面部分附近。

至于把硼导入固体样品 12 的表面部分的时间，在固体样品 12 对于等离子体没变成阴极的情况下需要约 100 秒。对此，倘采用第 1 杂质导入方法，则由于固体样品 12 对于等离子体已变成了阴极，故仅用约 2 秒即可。

图 2 示出的是用 SIMS 对固体样品 12 中的深度与硼浓度的关系进行测定的结果，可以确认硼已被导入固体样品 12 的表面部分附近。

以下，边参看图 1 边对第 2 杂质导入方法进行说明。第 2 杂质导入方法是用第 1 实施例的杂质导入装置进行的，而且是使样品保持台 11 对于等离子体变成阳极，同时使固体保持台 22 对等离子体变为阴极的情况。

首先，和第 1 杂质导入方法一样，驱动减压泵 13 使真空槽 10 的内部形成约 5×10^{-7} Torr 的真空度，同时用内藏于样品保持台 11 中的温度控制装置使样品保持台 11 的温度保持为约 10°C 。此外，作为固体样品 12 使用硅片，作为杂质固体 21 使用由硼构成的板状体或者粒子的集合物。在这种状态下，经稀有气体输送管 20 导入每分钟 10cc 的 Ar 气，同时，用减压泵 13 使真空槽 10 的内部保持约 4×10^{-4} Torr 的真空度。另外，经微波波导管 15 导入 2.45GHz 的微波的同时，用电磁铁 17 激励起磁场，使之产生约 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 的等离子体电流密度，使在等离子体区域 18 中产生 Ar 等离子体。

其次对第 1 切换开关 25 进行操作使样品保持台 11 接地以把样品保持台 11 变成为阳极。这样一来，在已保持于样品保持台 11 上的固体样品 12 与等离子体区域 18 的 Ar 等离子体之间将产生小的电位差比如说 50V。另外，对第 2 切换开关 26 进行操作并把源于第 2 高频电源 28 的 13.56MHz 的高频功率介以第 2 电容器 27 加到固体保持台 22 上使固体保持台 22 变成为阴极。这样一来，固体保持台 22 对即将产生的等离子体起着阴极的作用，虽然其值将因 Ar 等离子体的条件而不同，但在这种情况下，固体保持台 22 对于 Ar 等离子体电位下降约 500V。借助于这一电位差，Ar 等离子体中的 Ar 离子将猛烈地碰撞杂质固体 21，含于杂质固体 21 中的硼借助于溅射现象而以高浓度混入 Ar 等离子体中。在该工序中，理想的是把真空槽 10 的真空度先设定得低约 1×10^{-4} Torr、使

Ar 离子的平均自由程约为几十厘米。这样的话，被溅射出来的硼就会比较容易地向 Ar 等离子体中均匀地扩散。

已均匀且高浓度地扩散于 Ar 等离子体中的硼，借助于固体样品 12 与 Ar 等离子体之间的小的电位差（这种情况下约为 50V）被导入到固体样品 12 的表面部分，但由于高浓度的硼以小的能量冲向固体样品 12，故可在对固体样品 12 的表面极其之近区域上形成高浓度的杂质层。

以下，边参看图 1 边对第 3 杂质导入方法进行说明。第 3 杂质导入方法是用第 1 实施例的杂质导入装置进行的，而且是使样品保持台 11 对等离子体变成为阳极，同时使固体保持台 22 也对等离子体变成为阳极的情况。

首先，和第 1 杂质导入方法一样，驱动减压泵 13 使真空槽 10 的内部形成约 5×10^{-7} Torr 的真空度的同时，用内藏于样品保持台 11 中的温度控制装置使样品保持台 11 的温度保持为约 10℃。此外，作为固体样品 12 使用硅片，作为杂质固体 21 使用由硼构成的板状体或者粒子集合物。在这种状态下，经稀有气体输送管 20 导入每分 10cc 的 Ar 气体，同时用减压泵 13 使真空槽 10 的内部保持约 4×10^{-4} Torr 的真空度。此外，经微波波导管 15 导入 2.45 GHz 的微波的同时，用电磁铁 17 激励起磁场使之产生约 2.5mA/cm² 的等离子体电流密度，以在等离子体区域 18 中产生 Ar 等离子体。

其次，对第 1 切换开关 25 进行操作使样品保持台 11 接地，把样品保持台 11 变成阳极。这样一来，在已保持于样品保持台 11 上的固体样品 12 与等离子体区域 18 的 Ar 等离子体之间将产生比如说 50V 的小的电压差。另外，对第 2 切换开关 26 进行操作使固体保持台 22 接地，使固体保持台 22 成为阳极。这样一来，固体保持台 22 对于将要产生的等离子体就起着阳极的作用，且由于固体保持台 22 与 Ar 等离子体之间的电位差小，故 Ar 等离子体中的 Ar 离子将以小的能量碰撞杂质固体 21，含于杂质固体 21 中的硼离子借助于溅射现象以低浓度混入 Ar 等离子体中去。在该工序中，理想的是把真空槽 10 的真空度预先设定好为低约 1×10^{-4} Torr 左右，使 Ar 离子的平均自由程成为约几十厘米。这样的话，已被溅射出来的硼就比较容易地向 Ar 等离子体中均匀地进行扩散。

已均匀且以低浓度扩散到 Ar 等离子体中的硼借助于固体样品 12 与 Ar 等离子体之间的小的电位差（在这种情况下约为 50V）被导入到固体样品 12 的表面部分，但由于低浓度的硼以小的能量冲向固体样品 12，故可以在对固体样品 12 的表面极其之近的区域上形成低浓度的杂质层。

另外，在同第 1 实施例的杂质导入装置进行的第 1 - 第 3 杂质导入方法中，不使用向真空槽 10 内供给掺杂气体的源气输送管 14。

还有，作为等离子体产生单元，应用的是导入 2.45 GHz 的微波的 ECR 等离子体产生单元，但是并不受限于此，也可以使用 ICP 或螺旋极化（ヘリコン）之类的其他的等离子体产生单元。另外，给样品保持台 11 和固体保持台 22 加上的是 13.56 MHz 的高频功率，但高频功率的频率也不受限于此。还有加于样品保持台 11 上的高频功率的频率与加于固体保持台 22 上的高频功率的频率既可以相同也可以不同，在频率相同的情况下，也可以把第 1 高频电源 14 与第 2 高频电源 28 作成为共用。再有，关于导入真空槽 10 内的稀有气体或源气体的流量及真空槽 10 的真空度，要根据真空槽 10 的形状和大小设定为最佳值，这是当然的事情。

以下，边参看图 3 边对本发明的第 2 实施例的杂质导入装置进行说明。

第 2 实施例的杂质导入装置基本上与第 1 实施例的杂质导入装置是相同的。对相同的构件采用赋予相同的数字标号的办法而略去说明。

作为第 2 实施例的杂质导入装置的特征，不设置保持杂质固体的固体保持台 22，而代之以设置由金属或绝缘物构成且附着杂质的杂质附着台 30，并在该杂质附着台 30 上边，用下面要讲的方法淀积比如说由硼构成的杂质膜 31。杂质附着台 31 上连接有第 2 切换开关 26，该第 2 切换开关 26 可以介以第 2 电容器 27 把杂质附着台 30 连到第 2 高频电源 28 上使杂质附着台 30 变成为阴极，或者将杂质附着台 30 接地使杂质附着台 30 变成为阳极。另外，在已保持于样品保持台 11 上的固体样品 12 与等离子体区域 18 之间设有使两者之间连通或者阻断的快门装置 32。还有，在图 3 中，为了画图的方便，快门 32 被画成为虚线。

以下，边参看图 3，边对第 4 杂质导入方法进行说明。第 4 杂质导入方法是用第 2 实施例的杂质导入装置进行的，且是使样品保持台 11 对

等离子体成为阴极，同时杂质附着台 30 也对应等离子体成为阴极的情况。

首先，在闭上快门 32 阻断样品保持台 11 与等离子体 18 之间的状态下，驱动减压泵 13 并使真空槽 10 的内部保持为约 5×10^{-3} Torr 的真空度。此外，对第 2 切换开关 26 进行操作，把源于第 2 高频电源 28 的 13.56MHz 的高频功率介以第 2 电容器 27 加到杂质附着台 30 上使杂质附着台 30 成为阴极。

其次，经源气输送管 14 向真空槽 10 内以每分钟 50cc 供给比如说 B_2H_6 ，同时经微波波导管 15 导入 2.45GHz 的微波，同时用电磁铁 17 激励磁场，以产生约 $2.5mA/cm^2$ 的等离子体电流密度。这样， B_2H_6 等离子体化，硼离子向杂质附着台 30 前进，在杂质附着台 30 上淀积由硼构成的杂质膜。

此外，在上述的情况，由于产生的是由 B_2H_6 形成的等离子体，故可以用更低的温度且高的效率形成杂质膜 31，而即使不产生由 B_2H_6 形成的等离子体，在经源气体输送管 14 向真空槽 10 内供给 B_2H_6 之后，经与通常的 CVD 法相同的处理，也可以在杂质附着台 30 上淀积由硼构成的杂质膜 31。

其次，在排出了真空槽 10 内的含氢气体之后，打开快门 32 使样品保持台 11 与等离子体区域 18 之间连通。之后，驱动减压泵 13 使真空槽 10 的内部保持约 4×10^{-4} Torr 的真空度的同时，用内藏于样品保持台 11 中的温度控制装置使样品保持台 11 保持大约 $10^\circ C$ 。

在这种状态下，与使用第 1 实施例的杂质导入装置的第 1 杂质导入方法一样。经稀有气体输送管 20 导入每分钟 10cc 的 Ar 气，同时经微波波导管 15 导入 2.45 GHz 的微波，同时用电磁铁 17 激励磁场，产生约 $2.5mA/cm^2$ 的等离子体电流密度，在等离子体区域 18 中产生等离子体。其次，对第 1 切换开关 25 进行操作，把源自第 1 高频电源 19 的 13.56MHz 的高频功率介以第 1 电容器 20 加到杂质附着台 30 上使杂质附着台 30 成为阴极，同时，对第 2 切换开关 26 进行操作，把源自第 2 高频电源 28 的 13.56MHz 的高频功率介以第 2 电容器 27 加到杂质附着台 30 上使杂质附着台 30 成为阴极。这样一来，杂质附着台 30 对于等离子体起着阴

极的作用，杂质附着台 30 对于 Ar 等离子体降低电位约 500V。借助于这一电位差 Ar 等离子体中的 Ar 离子猛烈地碰撞杂质膜 31，使含于杂质膜 31 中的硼借助于溅射现象以高浓度混入到 Ar 等离子体中去。已均匀且高浓度地扩散到 Ar 等离子体去的硼借助于固体样品 12 与 Ar 等离子体之间的大约 700V 的电位差被导入固体样品 12 的表面部分附近。

倘采用上述杂质导入方法，则和示于图 2 的结果一样，可以把硼导入固体样品 12 的表面部分附近。

另外，倘采用该杂质导入法，与使用 B_2H_6 直接进行掺杂的情况相比，由于导入固体样品 12 中去的氢少，所以可以避免在固体样品中产生晶格缺陷的问题。

以下，对应用前边说过的各杂质导入方法进行的带二极管的半导体器件的制造方法，边参看图 4 和图 5 边进行说明。

首先，如图 4(a)所示，在半导体衬底 50 上的规定区域上形成了器件隔离层 51 之后，把半导体衬底 50 保持到第 1 或第 2 实施例的杂质导入装置中的样品保持台 11 上。

其次，用前边说过的第 1 或第 4 的杂质导入方法，在半导体衬底 50 的附近产生由杂质构成的等离子体 52，并如图 4(b)所示，在半导体衬底 50 的表面部分附近形成杂质层 53。

接着，如图 5(a)所示，在半导体衬底 50 的上边遍及整个面地淀积用例如 CVD 法进行的由硅氧化膜等构成的绝缘膜 54，膜厚比如说为 500nm。之后，也可进行适当的热处理，比如说 1000℃ 的温度下的 10 秒钟的热处理以控制杂质层 53 的杂质分布。

其次，如图 5(b)所示，在用光刻法及刻蚀法在绝缘膜 54 上形成了开口部分 54a 之后，淀积单层或多层的金属膜，之后对该金属膜施行光刻法及刻蚀法使之图形化以形成由上述金属膜构成的金属布线层 55。

还有，在上述带二极管的半导体器件的制造方法中，由于用的是第 1 或第 4 杂质导入方法，故可以在半导体衬底 50 的表面部分附近形成比较深且高浓度的杂质层 53，但倘应用第 2 杂质导入方法，则可以在半导体衬底 50 的表面部分附近形成浅且高浓度的杂质层 53、倘应用第 3 杂质导入方法，则可以在半导体 50 的表面部分附近形态浅且低浓度的杂质

层 53。不言而喻把用这样处理后形成的杂质层进行重叠等的手法，就可以制作成所谓的双极器件。

以下，边参看图 6 和图 7 边对用前边说过的第 1 或第 4 杂质导入方法进行的具有 CMOS 的半导体器件的制造方法进行说明。还有，在下边，为了方便，对用第 1 杂质导入方法的情况进行说明。

首先，如图 6(a)所示，在半导体衬底 60 上的 PMOS 区域和 NMOS 区域之间形成了器件隔离区域 61 之后，在 PMOS 区域及 NMOS 区域上分别形成栅极绝缘膜 62 及栅极电极 63，之后，在 PMOS 区域上形成有开口部分，由酚醛树脂或聚乙烯苯酚(polyvinylphenol)等构成的第 1 光刻胶图形 64。

在这种状态下，把半导体衬底 60 保持到第 1 或第 2 实施例的杂质导入装置中的样品保持台 11 上之后，用第 1 杂质导入方法导入 P 型杂质，例如硼。即，在把以硼为主成分的杂质固体 21 载置于固体保持台 22 的上边之后，经稀有气体输送管 14 导入惰性气体例如 Ar 气后，使之产生 Ar 等离子体 65，把硼导入半导体衬底 60 的表面部分中去。这种情况下的条件是以约 500W 的功率导入频率为 2.45GHz 的微波，同时给样品保持台 11 和固体保持台 22 分别加上频率为 13.56MHz 功率约 300W 的高频功率。此外，导入 Ar 气时的真空槽 10 内的真空度保持为约 3×10^{-4} Torr。借助于等离子体的照射，半导体衬底 60 的表面的自然氧化膜被涂去，露出干净而活泼的表面部分以在该表面部分上形成硼的杂质层 66。

其次，如图 6(b)所示，在除去了第 1 光刻胶 64 之后，在 NMOS 区域上形成有开口部分的第 2 光刻胶图形 67，在把以 N 型杂质比如说砷为主成分的杂质固体 21 载置于固体保持台 22 的上边之后，用与上述相同的条件在半导体衬底 60 的表面部分的 NMOS 区域上形成砷的杂质层 68。

其次，如图 7(a)所示，在半导体衬底 60 的上边遍及整个面地淀积由 CVD 氧化膜等构成的绝缘层 70，膜厚比如说约 500nm。之后，也可对半导体衬底 60 进行适当的热处理，比如说进行 1000℃ 的温度下约 10 秒钟的热处理以控制杂质层 66，68 的杂质分布。其次，对绝缘膜 70 施行

光刻法和刻蚀法，在绝缘膜上形成开口部分 70a。

其次，如图 7(b)所示，遍及整个面地淀积单层或者多层的金属膜之后，对该金属膜施行光刻法及刻蚀法使金属膜图形化以形成金属布线层 72。

还有，为了保持绝缘层 70 的开口部分 70a 上的杂质层 66，68 与金属布线层 72 之间的良好的电接触，在构成接触部分的杂质层 66 和 68 中也可用所谓离子注入法形成适当的杂质分布。在这种情况下，对于 PMOS 区域可以能量 15KeV 和剂量 $5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 离子注入比如说硼，而对于 NMOS 区域则可以能量 30KeV、剂量 $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 离子注入比如说砷。当然，由于这些注入条件因要制作的半导体器件的设计不同而会有很大不同，必须进行合宜的设定，这是不言自明的。

另外，在上述的带有 CMOS 的半导体器件的制造方法中，由于使用的是第 1 杂质导入方法，故可以在半导体衬底 60 的表面部分附近形成比较深且高浓度的杂质层 66，68，但倘使用第 2 杂质导入方法，则可以在半导体衬底 60 的表面部分附近形成浅且高浓度的杂质层 66，68，而倘用第 3 杂质导入方法，则可以在半导体衬底 60 的表面部分附近形成浅且低浓度的杂质层 66，68。

再有，在上述各杂质导入方法和各半导体器件的制造方法中，作为杂质用的是硼，但是要导入的杂质不局限于硼，可以导入砷，磷，铝或锑等等，还有，作为惰性或反应性气体用的是 Ar 气，但作为惰性或反应性气体不限于 Ar 气，可以用氮气等等。

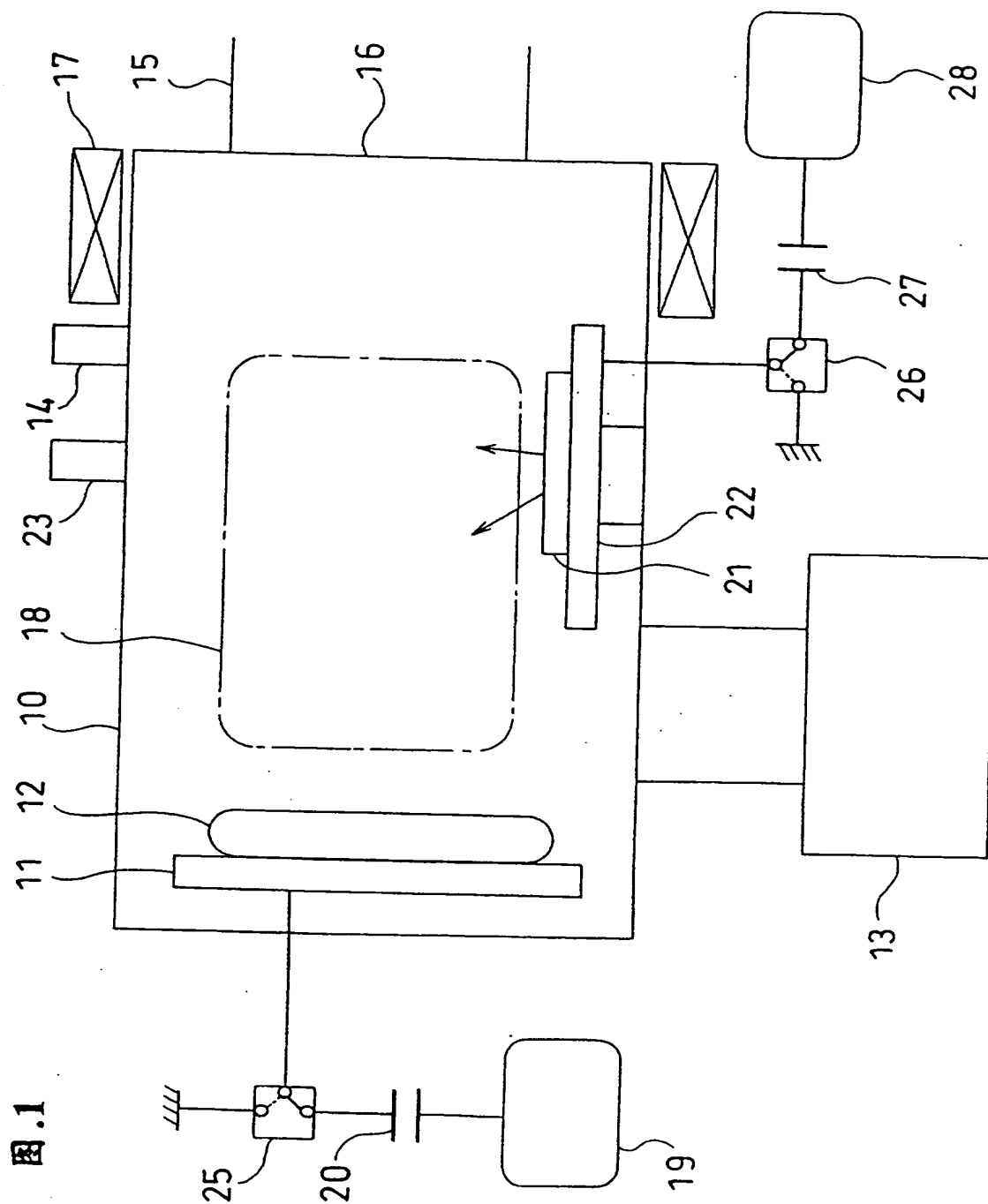
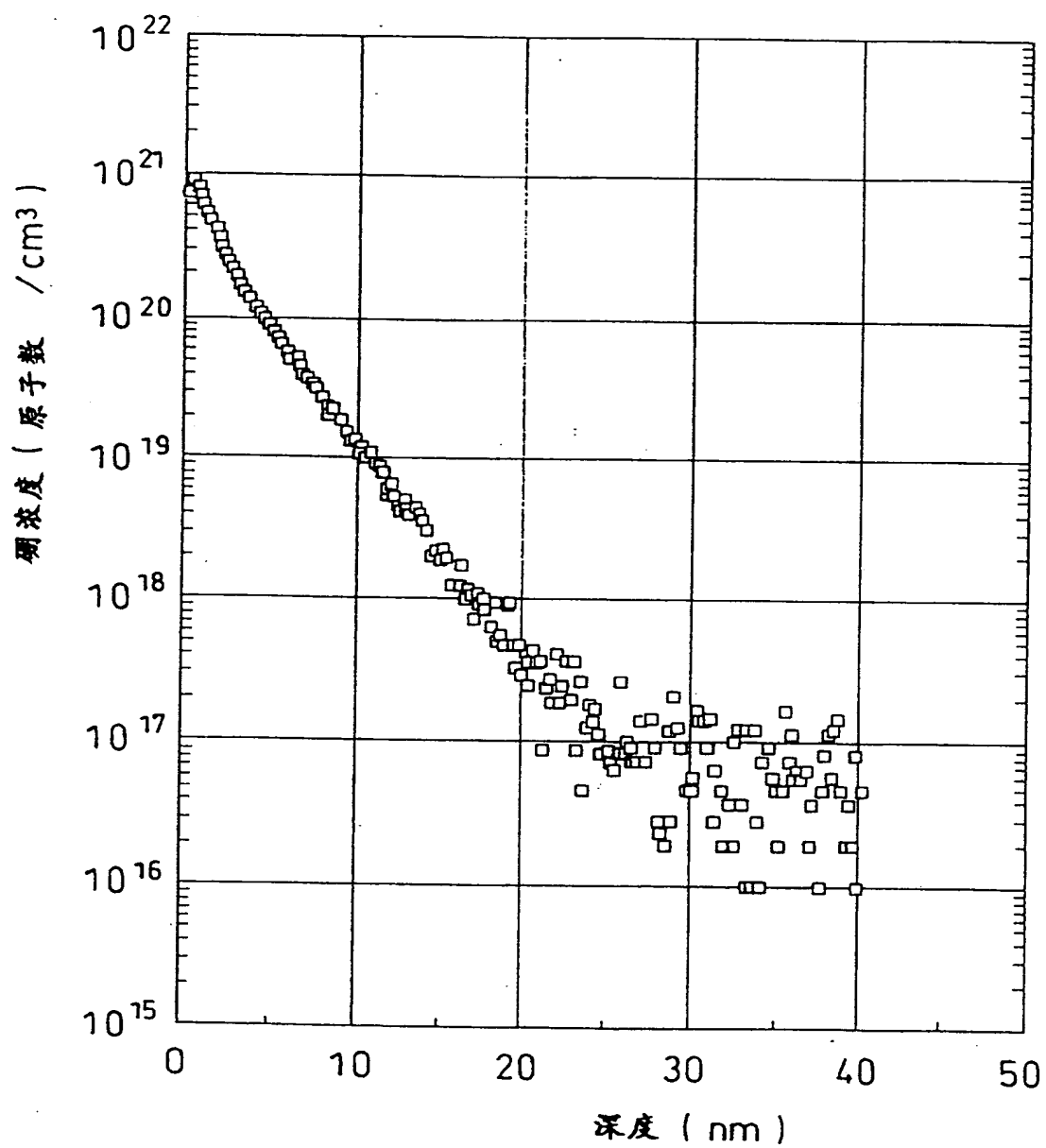


图.2



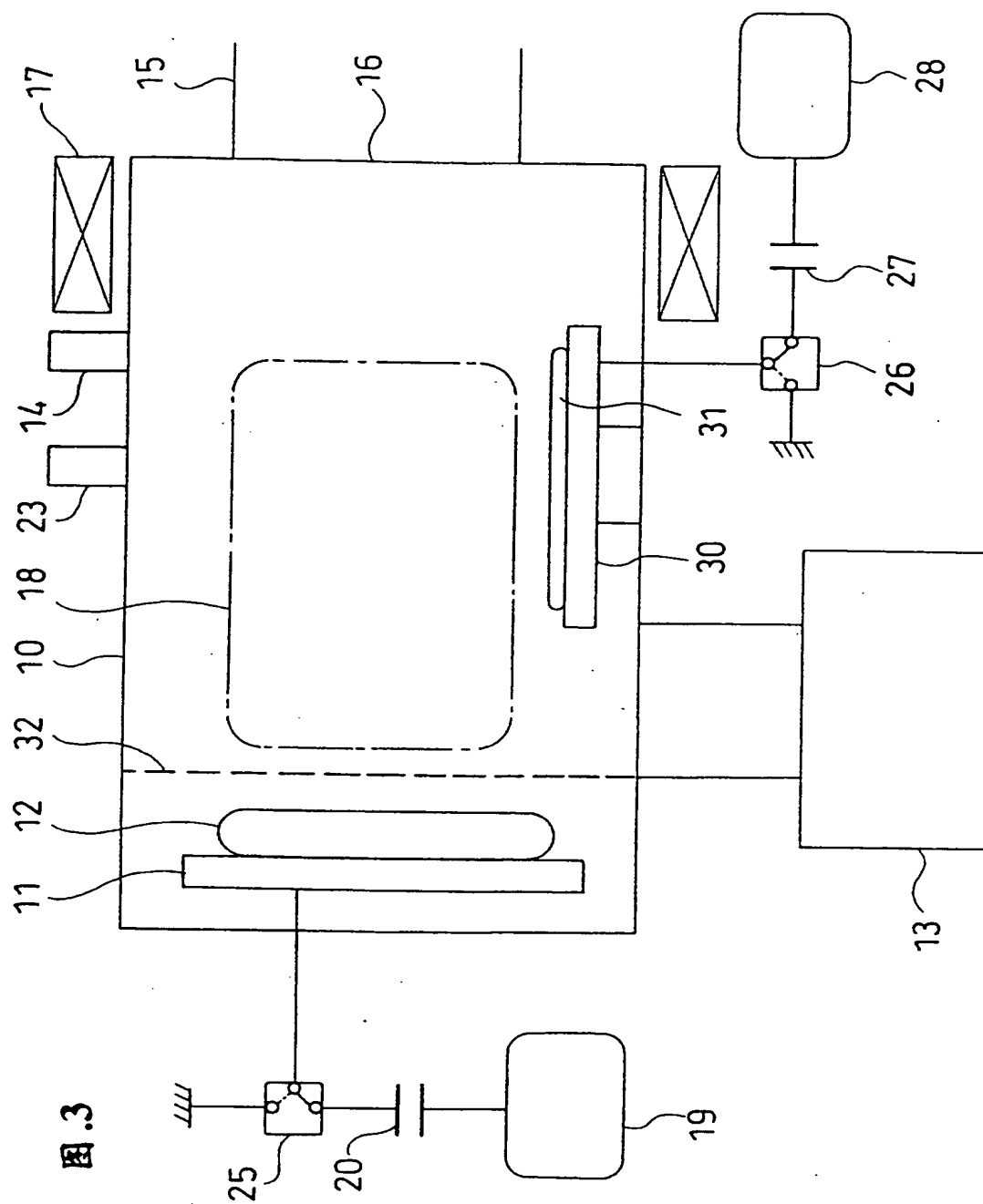


图.4

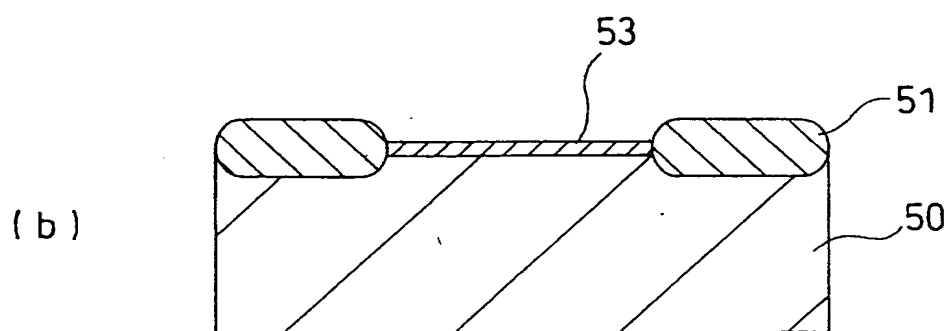
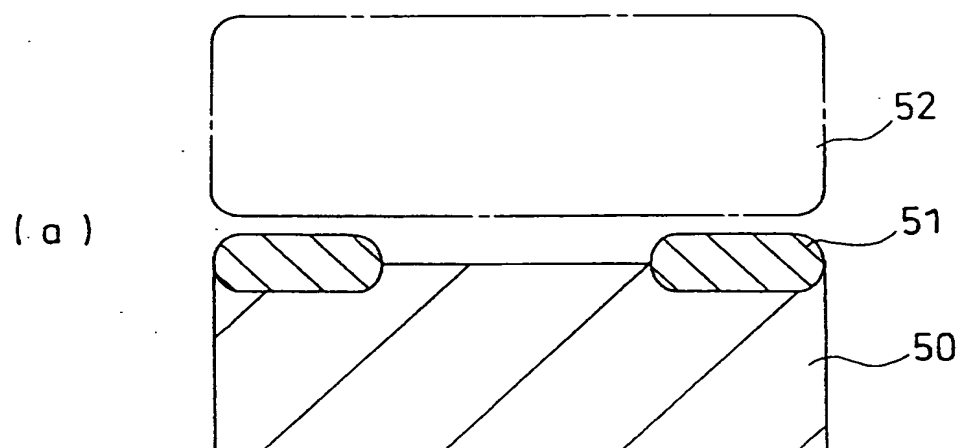


图.5

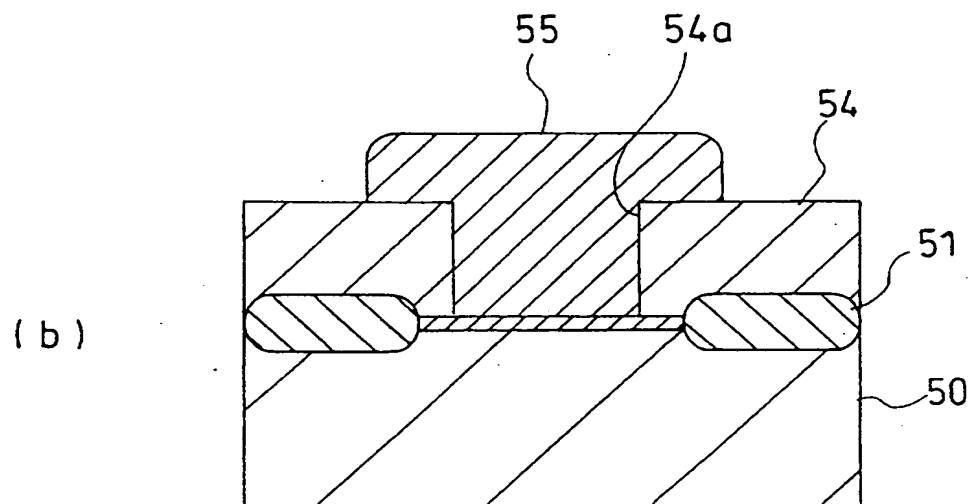
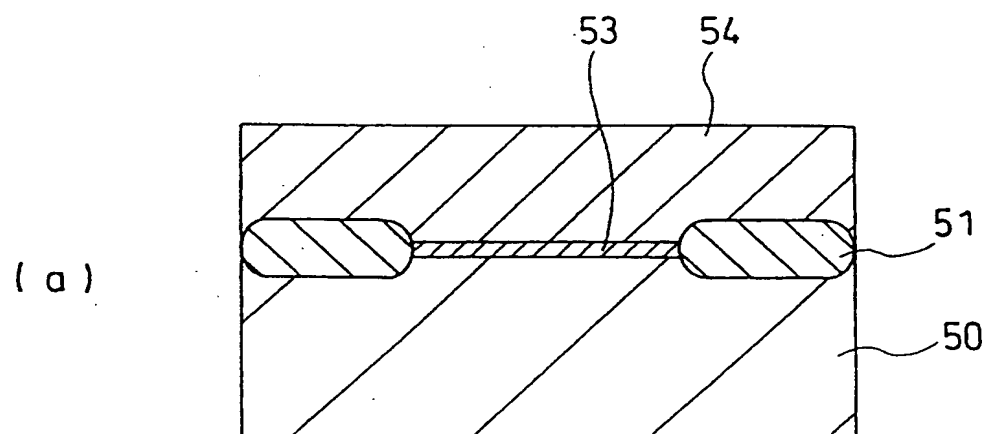
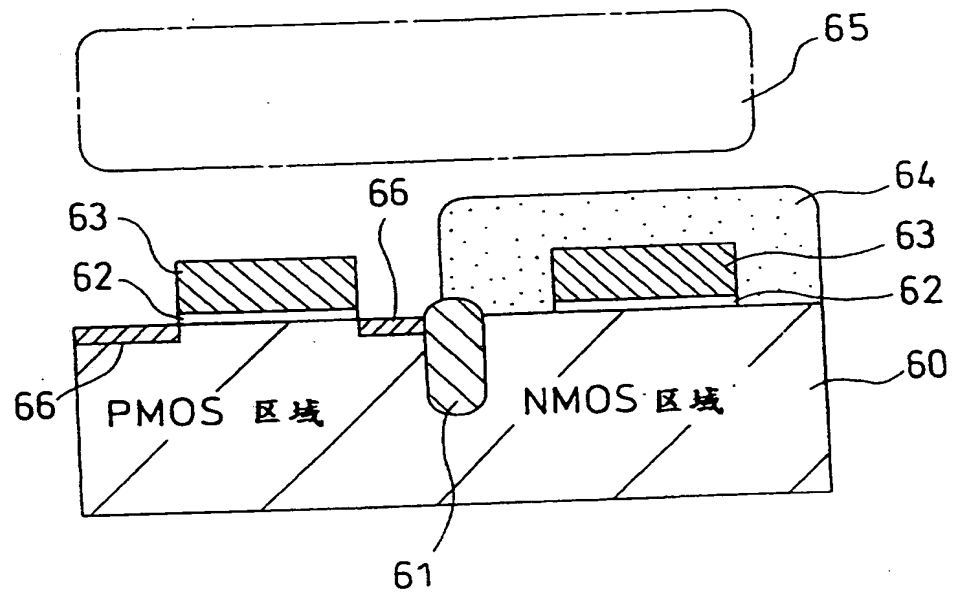


图.6

(a)



(b)

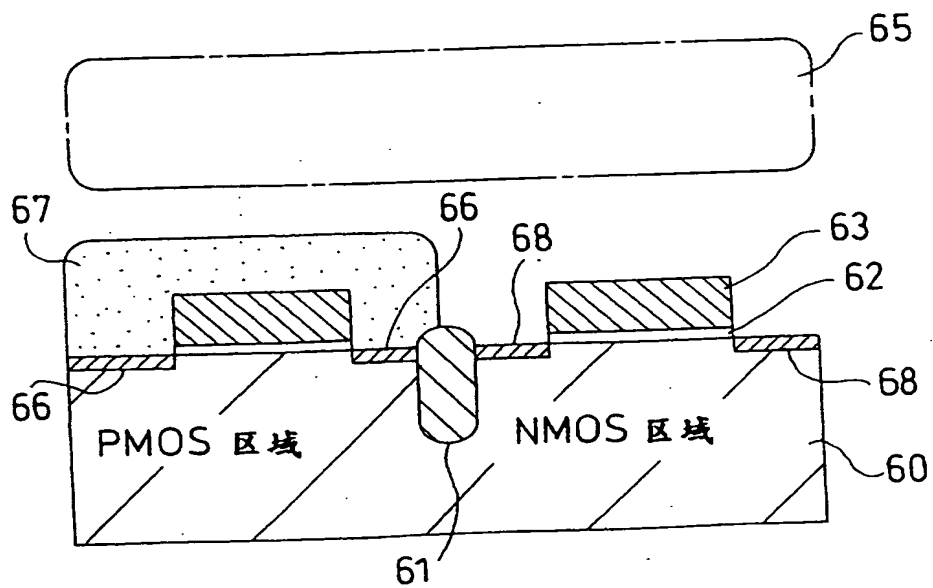
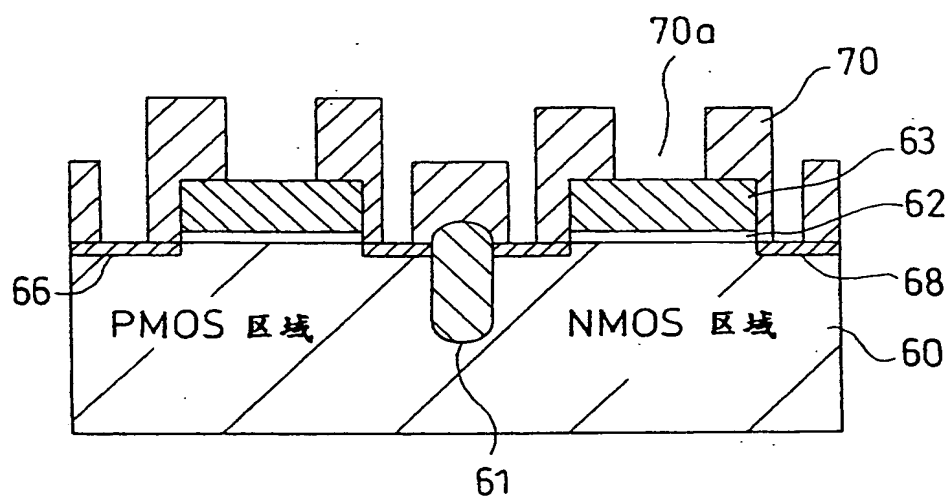
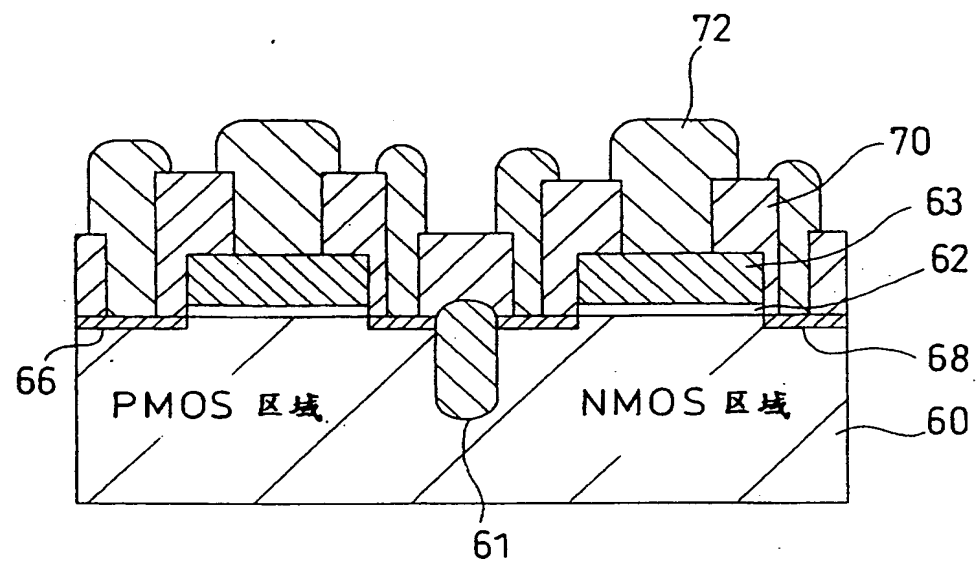


图.7

(a)



(b)



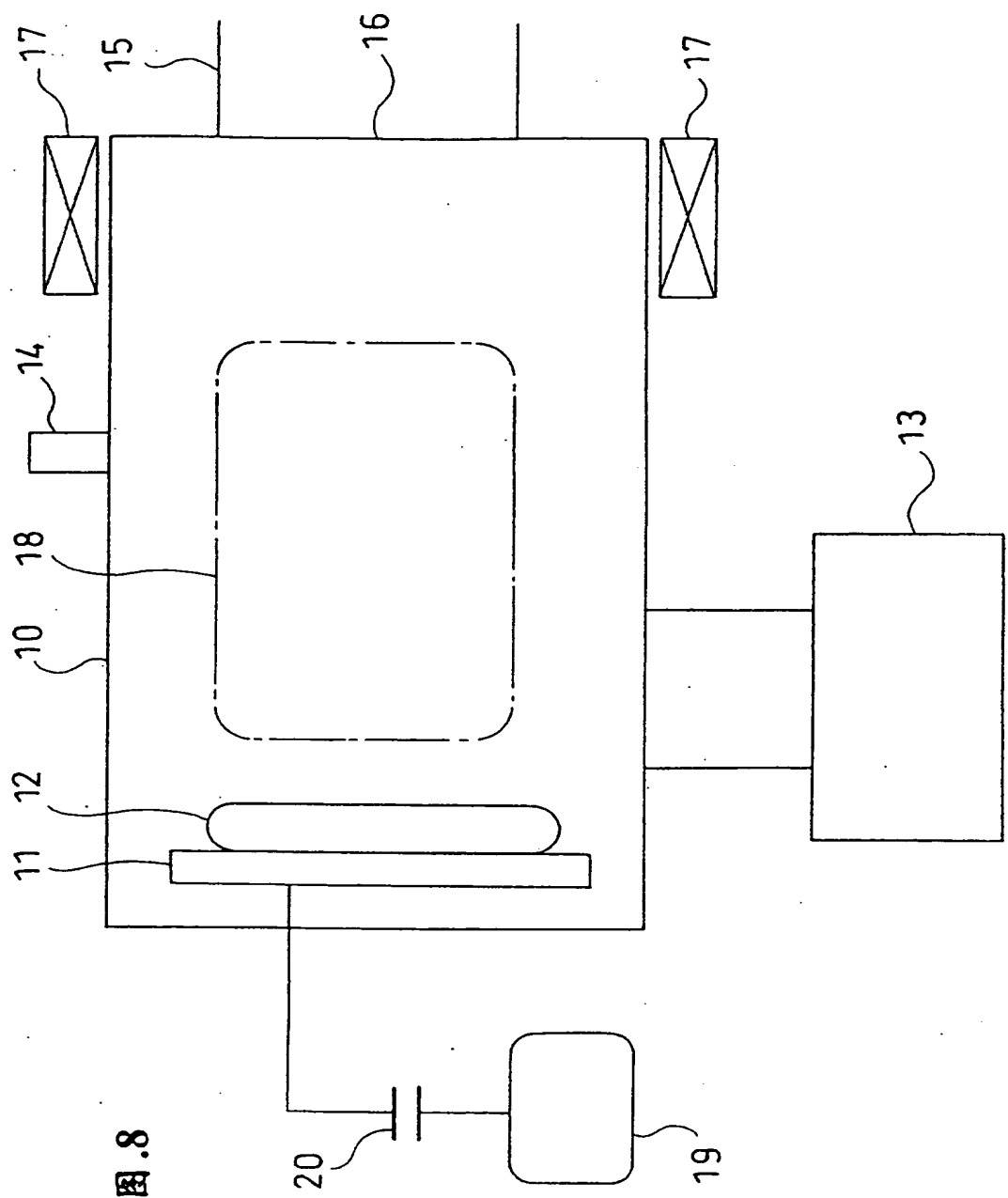


图.8

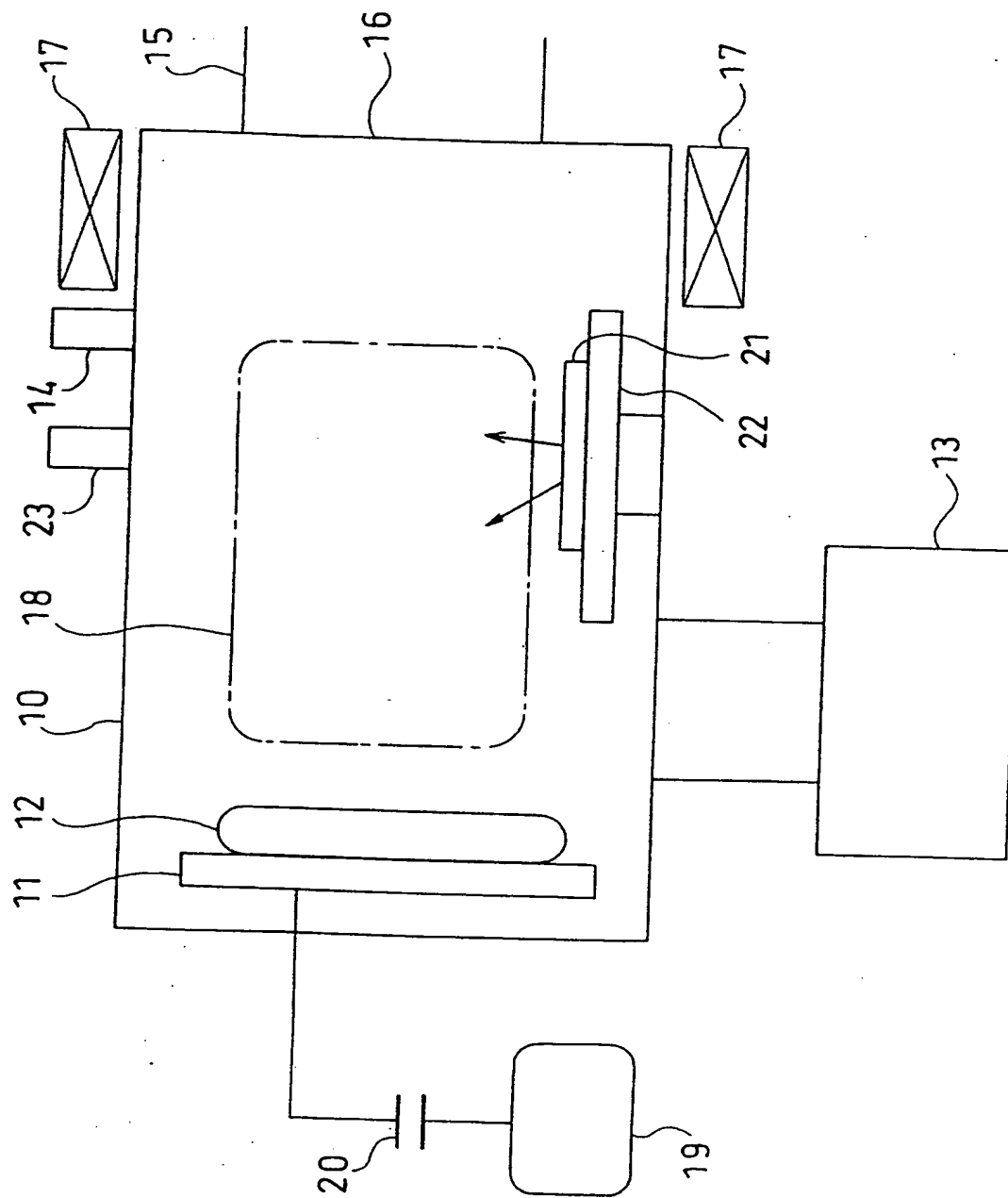


图.9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.